

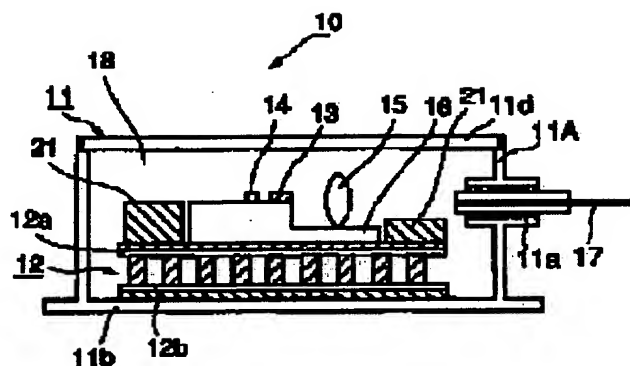
SEMICONDUCTOR LASER MODULE

Patent number: JP2000349386
Publication date: 2000-12-15
Inventor: AIKIYO TAKESHI; KIMURA TOSHIO
Applicant: FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE
Classification:
- **International:** H01S5/022; G02B6/42
- **European:**
Application number: JP19990161826 19990609
Priority number(s):

Abstract of JP2000349386

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a semiconductor laser module to be used with high output and at a high ambient temperature.

SOLUTION: This module 10 is a semiconductor laser module, which has a package 11 to house a semiconductor laser element 13, a fixing board 16, and a Peltier module 12. Here, the semiconductor laser module 13 is fixed to the fixing board 16, and the fixing board 16 is fixed to a board on the cooling side of the Peltier module 12 fixed to the package 11, and a heat insulating material 21 is provided in the section without fixing board 16 on the board at the low-temperature side of the Peltier module 12.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

< 参考例 2 >

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-349386
(P2000-349386A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト (参考)
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 3/18	6 1 2 2 H 0 3 7
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-161826

(22) 出願日 平成11年6月9日 (1999. 6. 9)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 愛清 武

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 木村 俊雄

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

Fターム (参考) 2H037 AA01 BA03 DA36 DA38

5F073 BA02 EA29 FA15 FA16 FA24

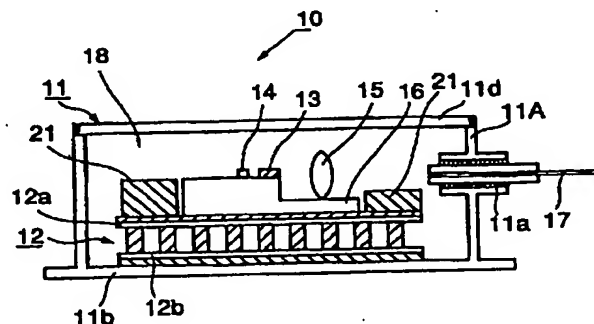
FA25 FA29

(54) 【発明の名称】 半導体レーザモジュール

(57) 【要約】

【課題】 高出力、高環境温度下で使用可能な半導体レーザモジュールを提供する。

【解決手段】 半導体レーザ素子13、固定基板16、ヘルチエモジュール12を収容するパッケージ11を有する半導体レーザモジュール10であって、半導体レーザ素子13を固定基板16に固定し、固定基板16をパッケージ11に固定されたヘルチエモジュール12の冷却側基板に固定し、ヘルチエモジュール12の低温側基板上の固定基板16がない部分に断熱材21が設けられている半導体レーザモジュール。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子を固定した固定基板と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光ファイバと、前記半導体レーザ素子と前記光ファイバの間に介設され前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を前記光ファイバに光学的に結合する光結合手段と、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板を冷却するペルチェモジュールと、前記半導体レーザ素子、前記固定基板、前記ペルチェモジュールを収容するパッケージを有する半導体レーザモジュールであって、前記パッケージ内には封止ガスが封入されていて、前記ペルチェモジュールの低温側基板上の前記固定基板がない部分に断熱材が設けられていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】 半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子を固定した固定基板と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光ファイバと、前記半導体レーザ素子と前記光ファイバの間に介設され前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を前記光ファイバに光学的に結合する光結合手段と、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板を冷却するペルチェモジュールと、前記半導体レーザ素子、前記固定基板、前記ペルチェモジュールを収容するパッケージを有する半導体レーザモジュールであって、前記パッケージ内には封止ガスが封入されていて、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板が前記ペルチェモジュールの低温側基板の全表面を覆っていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項3】 固定基板の周辺部上に断熱材を設けたことを特徴とする請求項2記載の半導体レーザモジュール。

【請求項4】 固定基板が、ペルチェモジュールの低温側基板と平行な方向の熱伝導率が垂直な方向の熱伝導率よりも大きい熱伝導異方性を有する材料からなることを特徴とする請求項2又は請求項3記載の半導体レーザモジュール。

【請求項5】 固定基板がパッケージ内においてペルチェモジュールを空間的に隔離するように配置されていることを特徴とする請求項2乃至請求項4記載の半導体レーザモジュール。

【請求項6】 断熱材がパッケージ内においてペルチェモジュールを空間的に隔離するように配置されていることを特徴とする請求項1に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項7】 半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子を固定した固定基板と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光ファイバと、前記半導体レーザ素子と前記光ファイバの間に介設され前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を前記光ファイバに光学的に結合する光結合手段と、前記半導体レーザ素子

2

子を固定した前記固定基板を冷却するペルチェモジュールと、前記半導体レーザ素子、前記固定基板、前記ペルチェモジュールを収容するパッケージを有する半導体レーザモジュールであって、前記パッケージの底板上の前記ペルチェモジュールがない部分には断熱材が配置され、前記ペルチェモジュールは前記パッケージの前記底板と前記断熱材とからなる凹部に配置されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項8】 パッケージ内の封止ガスが、ヘリウム又はヘリウムを含む混合気体からなることを特徴とする請求項1乃至請求項7に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項9】 パッケージ内の封止ガスの圧力が大気圧(101.3kPa)以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項8に記載の半導体レーザモジュール。

【請求項10】 ペルチェモジュールがP型熱電変換素子とN型熱電変換素子とを電気的に直列に接続して形成されてなり、前記P型熱電変換素子とN型熱電変換素子とからなる対の数が40以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項9に記載の半導体レーザモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザモジュールに関し、特に高出力及び高温環境下での使用に適した半導体レーザモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体レーザは、光通信の分野において信号用光源や光ファイバ増幅器の励起用光源として大量に用いられるようになってきた。半導体レーザが光通信の信号用光源や励起用光源として用いる場合、半導体レーザからのレーザ光を光ファイバに光学的に結合させるデバイスである半導体レーザモジュールとして使用される場合が多い。

【0003】 図8は、このような従来の半導体レーザモジュール90の構造の一例を示したものである。同図において、11はパッケージで、パッケージ11内にペルチェモジュール12が固定されている。ペルチェモジュール12の上には、半導体レーザ素子13とサームスタ14、及びレンズ15を固定した固定基板16が固定されている。また、パッケージ11の側壁11Aの貫通孔11aには、光ファイバ17が固定されている。さらに、パッケージ11内部には、半導体レーザ素子13が酸化により特性劣化するのを防止する目的で、窒素又はアルゴン等の封止ガス18が充填されている。この半導体レーザモジュール90は通常ヒートシンク80に載置されている。

【0004】 この半導体レーザモジュール90は、半導体レーザ素子13から出射されたレーザ光がレンズ15により集光された後、光ファイバ17の端面に入射され、これが光ファイバ17内を導波し所望の用途に供される。

3

【0005】また、半導体レーザ素子13を駆動するために電流を流すと、半導体レーザ素子13自体の発熱により半導体レーザ素子13の温度が上昇するが、この温度上昇は半導体レーザ素子13の発振波長と光出力の変化を引き起こす。

【0006】このため、半導体レーザ素子13の近傍に固定されたサーミスタ14により半導体レーザ素子13の温度を測定し、この測定値を用いてベルチェモジュール12に流す電流を調整することによって半導体レーザ素子13の温度を一定に保つことでその特性を安定化している。

【0007】典型的な駆動条件を例示すると、半導体レーザ素子13の温度（図8におけるサーミスタ14により感知される温度： T_s ）としては25℃が最も一般的であり、環境温度（図8において、半導体レーザモジュール90の置かれた雰囲気温度： T_a ）としては、70℃以上の高温環境で動作可能であることが要求される。したがって、環境温度70℃又はそれ以上の温度環境下で、サーミスタ14によって感知される温度が常に25℃になるよう、ベルチェモジュール12に流す電流を制御し、半導体レーザ素子13の発振波長と光出力を一定に保つようにしている。

【0008】ここで、半導体レーザモジュール90に使用されるベルチェモジュール12は、P型半導体であるP型熱電変換素子と、N型半導体であるN型熱電変換素子とを交互に並べて2枚の絶縁基板12a、12bの間に配置するとともに、P型熱電変換素子とN型熱電変換素子とを電気的に直列に接続して形成されるものである。

【0009】このP型熱電変換素子とN型熱電変換素子を有するベルチェモジュール12に直流電流を流すことによって低温側基板12aの表面に吸熱を生ぜしめ、対象物の冷却を行う。

【0010】従来の半導体レーザモジュール90に使用されるベルチェモジュール12のP型熱電変換素子とN型熱電変換素子の対数は、20～30対程度のものが最も一般的である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような半導体レーザモジュールは、システムの高出力化に伴い、光出力の高出力化と高環境温度下での動作が要求されるようになってきた。半導体レーザモジュールの高出力化のために半導体レーザ素子自体を高出力化すると、必然的にその発熱量も増加する。

【0012】したがって、このような高出力半導体レーザモジュールを、より高温環境下で使用するためには、半導体レーザ素子からの発熱を従来よりも効率よく排熱しなければならない。

【0013】このため、このような高出力、高温動作の要求される半導体レーザモジュールでは、ベルチェモジ

4

ジュールを構成するP型熱電変換素子とN型熱電変換素子の対数は、40対以上のものが使用される。

【0014】しかし、このような大型のベルチェモジュールを半導体レーザモジュールに使用するには、次のような問題がある。すなわち、図8に示すように、大型のベルチェモジュール12の低温側（冷却側）基板12a上の、半導体レーザ素子13から離れた部分（すなわち、ベルチェモジュール12の周辺部分）では、半導体レーザ素子13から発生する熱が十分に広がって流れてこない。

【0015】この結果、ベルチェモジュール12は、その周辺部分においては、パッケージ11により気密封止された封止ガスを冷却することになる。これにより冷却された密度の大きいガスが、パッケージ11の底板11b上のベルチェモジュール12周辺部の温度の高い部分に流れ、ここで暖められ、パッケージ11内に図8中Rで示されるような渦流が生じる。

【0016】このため、ベルチェモジュール12の高温側基板12bが固定されたパッケージ底板11bから、ベルチェモジュール12の低温側基板12aに向かって熱が環流し、ベルチェモジュール12の冷却効率が下がる。

【0017】上記のような構成の従来の半導体レーザモジュール90においては、半導体レーザ素子13を高出力化し、これと同時にベルチェモジュール12の大型化により冷却効率の向上を図ろうとしても、パッケージ11内の封止ガスによる熱の環流が顕著となって冷却効率が低下し、高温環境下での動作が十分でないという問題があった。

【0018】本発明は、このような従来の半導体レーザモジュールが有する排熱の問題を解決するためになされたものであり、その目的は半導体レーザモジュール内における熱の環流を防ぎ、より高い環境温度下で使用可能な半導体レーザモジュールを提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決する手段としている。すなわち、本第1の発明の半導体レーザモジュールは、半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子を固定した固定基板と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光ファイバと、前記半導体レーザ素子と前記光ファイバの間に介設され前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を前記光ファイバに光学的に結合する光結合手段と、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板を冷却するベルチェモジュールと、前記半導体レーザ素子、前記固定基板、前記ベルチェモジュールを収容するパッケージを有する半導体レーザモジュールであって、前記パッケージ内には封止ガスが封入されていて、前記ベルチェモジュールの低温側基板上の前記固定基板がない部分に断熱材が設けられて

5

いる構成を持って課題を解決する手段としている。

【0020】本第1の発明に使用される断熱材としては、例えばアルミナ (Al_2O_3) 等のセラミクスやFe-Ni-Co合金 (商品名コパール) 等の熱伝導率の小さい金属材料が使用される。

【0021】かかる構成の本第1の発明によれば、ペルチェモジュールの低温側基板上の固定基板がない部分に断熱材が設けられているので、半導体レーザモジュールの動作時においてペルチェモジュールの低温側基板の周辺部分における封止ガスの冷却が妨げられるため、封止ガスの環流によるペルチェモジュールの冷却効率の低下が抑制され、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0022】また、本第2の発明の半導体レーザモジュールは、半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子を固定した固定基板と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光ファイバと、前記半導体レーザ素子と前記光ファイバの間に介設され前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を前記光ファイバに光学的に結合する光結合手段と、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板を冷却するペルチェモジュールと、前記半導体レーザ素子、前記固定基板、前記ペルチェモジュールを収容するパッケージを有する半導体レーザモジュールであって、前記パッケージ内には封止ガスが封入されていて、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板が前記ペルチェモジュールの低温側基板の全表面を覆っている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0023】かかる構成の本第2の発明によれば、半導体レーザ素子を固定した固定基板がペルチェモジュールの低温側基板の全表面を覆っているため、半導体レーザモジュールの動作時においてペルチェモジュールの低温側基板の周辺部分において、封止ガスがペルチェモジュールの低温側基板により直接に冷却されることがなく、封止ガスの環流によるペルチェモジュールの冷却効率の低下が抑制される。

【0024】また、半導体レーザ素子からの熱が固定基板を通じてより周辺部にまで広がるので、ペルチェモジュールの冷却効率が改善される。

【0025】したがって、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0026】また、本第3の発明の半導体レーザモジュールは、上記本第2の発明の構成に加え、固定基板の周辺部上に断熱材を設けた構成をもって課題を解決する手段としている。

【0027】かかる構成の本第3の発明によれば、半導体レーザ素子を固定した固定基板がペルチェモジュールの低温側基板の全表面を覆っているため半導体レーザ素子からの熱が固定基板を通じてより周辺部にまで広がるとともに、固定基板の周辺部上に断熱材が固定されてい

6

るので、本第2の発明と比較してペルチェモジュールによる封止ガスの冷却が効率的に抑制され、封止ガスの環流によるペルチェモジュールの冷却効率の低下がさらに効率的に抑制される。

【0028】したがって、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0029】また、本第4の発明の半導体レーザモジュールは、上記本第2又は第3のいずれか1つの発明の構成に加え、固定基板が、ペルチェモジュールの低温側基板と平行な方向の熱伝導率が垂直な方向の熱伝導率よりも大きい熱伝導異方性を有する材料からなる構成をもって課題を解決する手段としている。

【0030】本第4の発明に使用される熱伝導異方性を有する基板材料としては、金属をマトリクスとする繊維強化複合材を使用することができる。このような複合材としては、例えばカーボン (C)、アルミナ (Al_2O_3)、シリコンカーバイド (SiC) 等を分散材とし、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、チタン (Ti) 等をそれぞれ分散材/マトリクスとするものがある。

【0031】かかる構成の本第4の発明によれば、固定基板のペルチェモジュールの低温側基板と平行な方向の熱伝導が効率的となるので、半導体レーザ素子から発生した熱が効率的に固定基板の周辺部にまで伝わる。

【0032】このため、ペルチェモジュールの低温側基板の周辺部における冷却作用は、半導体レーザから発生する熱の排出に使用され、したがって封止ガスの冷却が抑制される。

【0033】したがって、封止ガスの環流によるペルチェモジュールの冷却効率の低下が効率的に抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0034】また、本第5の発明の半導体レーザモジュールは、上記本第2乃至第4の何れか1つの発明の構成に加え、固定基板がパッケージ内においてペルチェモジュールを空間的に隔離するように配置されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0035】また、本第6の発明の半導体レーザモジュールは、上記本第1の発明の構成に加え、断熱材がパッケージ内においてペルチェモジュールを空間的に隔離するように配置されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0036】かかる構成の本第5又は第6の発明においては、半導体レーザ素子を固定した固定基板又は断熱材により、パッケージ内においてペルチェモジュールが空間的に分離されているため、ペルチェモジュールが動作した状態でもペルチェモジュールの低温側基板の周辺部で冷却される封止ガスによる渦流が発生することはない、したがって封止ガスの環流によるペルチェモジュールの冷却効率の低下が効率的に抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供され

7

る。

【0037】また、本第7の発明の半導体レーザモジュールは、半導体レーザ素子と、前記半導体レーザ素子を固定した固定基板と、前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を受光する光ファイバと、前記半導体レーザ素子と前記光ファイバの間に介設され前記半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を前記光ファイバに光学的に結合する光結合手段と、前記半導体レーザ素子を固定した前記固定基板を冷却するベルチェモジュールと、前記半導体レーザ素子、前記固定基板、前記ベルチェモジュールを収容するパッケージを有する半導体レーザモジュールであって、前記パッケージの底板上の前記ベルチェモジュールがない部分には断熱材が配置され、前記ベルチェモジュールは前記パッケージの前記底板と前記断熱材とからなる凹部に配置されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0038】かかる構成の本第7の発明においては、ベルチェモジュールがパッケージ底板と断熱材とからなる凹部に固定されており、ベルチェモジュールと断熱材との間の空間が狭い。また、ベルチェモジュールの低温側基板の近傍が断熱材によって囲まれているので、ベルチェモジュール低温側基板とパッケージ底板との温度差に起因する封止ガスの渦流が起りにくい。このため、封止ガスの環流によるベルチェモジュールの冷却効率の低下が効率的に抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0039】また、本第8の発明の半導体レーザモジュールは、上記本第1乃至第7の何れか1つの発明の構成に加え、パッケージ内の封止ガスが、ヘリウム又はヘリウムを含む混合気体からなる構成をもって課題を解決する手段としている。

【0040】本第8の発明においては、ヘリウムの動粘性係数が大きいので、パッケージ内において渦流が起りにくい。また、温度拡散定数(熱伝導率(κ)を密度(ρ)と定圧比熱(C_p)の積で除したもの($\kappa/\rho C_p$))が大きいためにパッケージ内に大きな温度勾配ができにくい。このため温度差に基づく渦流の発生が防止される。

【0041】したがって封止ガスの環流によるベルチェモジュールの冷却効率の低下が効率的に抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0042】なお、封止ガスのヘリウムの割合は多いほどよいが、体積パーセントにして30%以上、より好ましくは60%以上含まれていれば、十分な動粘性係数と温度拡散定数が得られるため、本発明の効果は十分なものとなる。

【0043】また、本第9の発明の半導体レーザモジュールは、上記本第1乃至第8の発明の構成に加え、パッケージ内の封止ガスの圧力が大気圧(101.3 kPa)

8

a) 以下である構成をもって課題を解決する手段としている。

【0044】かかる構成の本第9の発明では、封止ガスの圧力が低いので、封止ガスの動粘性係数が大きくなり、また温度拡散定数も大きくなり、パッケージ内において温度差に基づく渦流が起りにくい。

【0045】したがって封止ガスの環流によるベルチェモジュールの冷却効率の低下が効率的に抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【0046】封止ガスの圧力は真空に近いほど好ましいが、33 kPa以下であれば十分な効果が得られる。

【0047】また、圧力を低くすると、大気圧との差により、パッケージの長期的な安定性が問題となるが、10 kPa以上とすれば、そのような問題は生じない。

【0048】また、本第10の発明の半導体レーザモジュールは、ベルチェモジュールがP型熱電変換素子とN型熱電変換素子とを電気的に直列に接続して形成されなり、前記P型熱電変換素子とN型熱電変換素子とからなる対の数が40以上である構成をもって課題を解決する手段としている。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本実施の形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

【0050】(第1の実施形態例)図1には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第1の実施形態例が示されている。図1に示す半導体レーザモジュール10において、半導体レーザ素子13はCuW合金製の固定基板16上に窒化アルミよりなるヒートシンク(図示しない)を介して半田固定されている。この固定基板16はさらにベルチェモジュール12上に半田固定されている。ベルチェモジュール12の低温側基板12a上の固定基板16がない部分には、断熱材21が半田固定されている。

【0051】なお、図1は半導体レーザ素子13の光軸を含む断面図を示したが、本実施形態では光軸に垂直な断面においても、やはりベルチェモジュール12の低温側基板12a上であって固定基板16がない周辺部分に断熱材21が固定されている。断熱材21の材料としては、熱伝導率が小さく、かつベルチェモジュール12の低温側基板12aの材料であるアルミナ(Al_2O_3)との熱膨張率差の小さなものが好ましい。このような材料としては、例えばアルミナやFe-Ni-Co合金(商品名コパール)、ステンレス鋼(SUS430)などが使用できる。

【0052】本実施形態に係る半導体レーザモジュール10では、上記のようにベルチェモジュール12の低温側基板12a上であって、固定基板16がない周辺部分

に断熱材21が固定されているので、ペルチェモジュール12を駆動した場合においてもこの断熱材21の熱抵抗により断熱材21上面の温度は低くならない。

【0053】したがって、この断熱材21近傍の封止ガス18が冷却されにくくなり、高環境温度(Ta)下においてペルチェモジュール12を駆動しても図8の従来例にて説明した低温側基板12aとパッケージ底板11bとの温度差に基づく渦流が発生しにくくなる。

【0054】よって、封止ガス18の環流によるペルチェモジュール12の冷却効率の低下が抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが作製できる。

【0055】(第2の実施形態例) また、本発明は、図2に示す半導体レーザモジュール20のようにペルチェモジュール12の低温側基板12aの全面を覆うように固定基板16を構成してもよい。

【0056】(第3の実施形態例) さらにこの固定基板16の周辺部に図3に示す半導体レーザモジュール30のように断熱材21を固定した構成とすると、上記と同様の理由により、封止ガス18の環流によるペルチェモジュール12の冷却効率の低下が抑制される。

【0057】さらに、上記第1乃至第3の実施形態例においては、固定基板16の材質としてはCuW合金を使用しているが、固定基板16をペルチェモジュール12の低温側基板12aと平行な方向の熱伝導率が垂直な方向の熱伝導率よりも大きい熱伝導異方性を有する材料を使用すると、半導体レーザ素子13から発生する熱が固定基板16内を伝導する際に、低温側基板12aと平行な面内に広がりやすい。

【0058】このような熱伝導異方性を有する固定基板材料としては、金属をマトリクスとする繊維強化複合材を使用することができる。この繊維強化複合材としては、例えばカーボン(C)、アルミナ(Al_2O_3)、シリコンカーバイド(SiC)等を分散材とし、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)等をマトリクスとするものが知られている。

【0059】また、このような繊維強化複合材の製法として、例えば銅若しくは銅合金をマトリクスとしカーボン繊維を分散材とする複合材について説明する。

【0060】まず、銅粉末若しくは銅合金粉末、モリブデン粉末又はタングステン粉末若しくはこれらの混合物の粉末を、炭素及び／又は黒鉛質の繊維とともにボールミル等で混合し、この原料混合物をプレスして混合物の圧縮成型物を得る。これをさらに熱間静水圧加圧によって一軸方向に圧縮する。このようにして作製された複合材料では、炭素及び／又は黒鉛質からなる繊維が金属マトリクスに圧縮方向に垂直な2次元面方向にランダムに配向する。

【0061】なお、このような複合材料に関して、例え

ば特願平9-318888号に開示されている。

【0062】上記の繊維強化複合材料を用いて、固定基板16の上面、下面がこの炭素繊維の配向面と平行になるように形成することによりペルチェモジュール12の冷却面と平行な面内の熱伝導率がペルチェモジュール12の冷却面と垂直な方向の熱伝導率よりも大きいような熱伝導異方性を有する基板が得られる。

【0063】このような固定基板16では、ペルチェモジュール12の冷却面と平行な面内、及び垂直な方向の熱伝導率は、例えばそれぞれ約300W/mK、100W/mKのようなものが得られる。

【0064】なお、繊維の配向の方向を2次元的でなく1次元的にすることも可能であり、この場合にはさらに大きな熱伝導異方性が得られる。

【0065】上記のように構成された固定基板16を使用すれば、半導体レーザ素子13から発生する熱が、低温側基板12aの周辺部にまで十分伝導するため、低温側基板12aの周辺部におけるペルチェモジュール12の吸熱作用が半導体レーザ素子13から発生する熱の排出のために使われることとなるため、周囲の封止ガス18を冷却するために使われることがなくなる。したがって、低温側基板12aの周辺部における渦流が発生しにくくなるため、封止ガス18の環流によるペルチェモジュール12の冷却効率の低下が抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが作製できる。

【0066】(第4の実施形態例)

(第5の実施形態例) 本発明は、さらに図4に示す半導体レーザモジュール40(第4実施形態例)および図5に示す半導体レーザモジュール50(第5実施形態例)のように、半導体レーザ素子13を固定した固定基板16又は断熱材21により、パッケージ11内においてペルチェモジュール12を載置した空間とペルチェモジュール12の低温側基板12aの上部空間とが、実質的に隔離されている状態にする。すなわち、固定基板16又は断熱材21がパッケージ11の側壁と接するか、ほとんど近接するように配置される。

【0067】なお、図4および図5では、半導体レーザ素子13の光軸を含む断面図を示したが、本実施形態では光軸に垂直な断面においても、やはり固定基板16又は断熱材21がパッケージ11の側壁と接するか、ほとんど近接するように配置されている。

【0068】このように、ペルチェモジュール12を載置した空間が隔離されることで、低温側基板12a上で冷却された封止ガス18がペルチェモジュール12の高温側(パッケージの底板11b側)に流れることがないため、封止ガス18の環流によるペルチェモジュール12の冷却効率の低下が抑制され、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが作製できる。

【0069】(第6の実施形態例) また、本発明は、図

11

6に示す半導体レーザモジュール60のように、パッケージ底板11b上の周辺部に、側壁11Aに接するように断熱材22aを固定し、ペルチェモジュール12をパッケージ底板11bと断熱材22aで構成される凹部に嵌装固定することによって構成する。

【0070】固定する断熱材22aの高さは、少なくともペルチェモジュール12の高さと同程度以上が望ましいが、さらに好ましくは固定基板上部の空間をも満たすようにする。

【0071】(第7の実施形態例)さらに、図7に示す半導体レーザモジュール70のように、底板11b上の周辺部に側壁11Aに接するように固定された断熱材22aを有するパッケージ11内の、底板11bと断熱材22aとからなる凹部にペルチェモジュール12を嵌装固定し、半導体レーザ13、レンズ15を固定した固定基板16を固定後、断熱材22bを固定した蓋11dによりパッケージ11を封止する。断熱材22bは、半導体レーザモジュール70の内部の空間のうち、少なくともレーザ光の光路となる部分を占めるように形成される。

【0072】このように、パッケージ11内部のレーザ光の光路を妨げない部分に断熱材22aを配置し、封止ガス18の占める空間の体積をできる限り小さくすることにより、パッケージ11内の温度差に基づく渦流の発生、及びこれによる封止ガス18の環流によるペルチェモジュール12の冷却効率の低下が抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが作製できる。

【0073】(その他の実施形態例)上記第1乃至第7の実施形態例においては、パッケージ11内部の構造によって、パッケージ11内部の温度差による渦流の発生を抑制したが、本発明は、上記構成とは別に、又は上記構成と同時に、封止ガス18自体を変更することによっても渦流の発生を防止する。

【0074】すなわち、本発明では、封止ガス18として動粘性係数又は温度拡散定数の大きなガスを使用することにより、渦流の発生が抑制される。

【0075】このようなガスとしては、例えばヘリウムガス(動粘性係数 $\nu \approx 1.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 、温度拡散定数 $(\kappa/\rho C_p) \approx 0.16 \text{ m}^2/\text{Ks}$ (室温、大気圧))が好適である。ちなみに、従来封止ガス18として使用されていた窒素、アルゴンの動粘性係数は、それぞれ約 $1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ 、 $1.3 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ (ともに室温、大気圧)であり、温度拡散定数はそれぞれ約 $0.021 \text{ m}^2/\text{Ks}$ 、 $0.019 \text{ m}^2/\text{Ks}$ である。

【0076】動粘性係数が大きいと、ガス流速のベクトル場の拡散が起こりやすいことから、渦流は発生しにくくなる。

【0077】また、温度拡散定数が大きいと、ガスの温

12

度場の拡散が起こりやすいことから、パッケージ11内部に大きな温度勾配ができにくくなる。したがって、従来の封止ガス18よりも格段に動粘性係数の大きく、また温度拡散定数の大きなヘリウムガスを使用する。

【0078】この結果、パッケージ11内部での温度差に起因して発生する渦流によるペルチェモジュール12の冷却効率の低下が抑制されることから、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが作製できる。

【0079】なお、封止されるヘリウムガスの割合は多いほどよいが、体積パーセントにして30%以上、より好ましくは60%以上含まれていれば、十分な動粘性係数と温度拡散定数が得られるため、本発明の効果は十分なものとなる。

【0080】また、動粘性係数及び温度拡散定数は、圧力が低くなるほど大きくなるので、パッケージ11の内部を減圧状態にして封止する。この結果、渦流の発生が抑制され、ペルチェモジュールの冷却効率の低下が抑制され、より高温動作の可能な半導体レーザモジュールが作製できる。

【0081】なお、封止ガスの圧力は真空に近いほど好ましいが、33kPa以下であれば十分な効果が得られる。

【0082】また、圧力を低くすると、大気圧との差により、パッケージの長期的な安定性が問題となるが、10kPa以上とすれば、そのような問題は生じない。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体レーザモジュールによれば、パッケージ内における封止ガスの渦流の発生が抑制され、ペルチェモジュールの冷却効率の低下を防ぐことが可能となり、半導体レーザ素子を高出力化し、これと同時にペルチェモジュールの大型化による冷却効率の向上を達成できる。

【0084】また、その結果、高い環境温度下で使用可能な半導体レーザモジュールが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体レーザモジュールの第1の実施形態を示す説明図である。

【図2】本発明に係る半導体レーザモジュールの第2の実施形態を示す説明図である。

【図3】本発明に係る半導体レーザモジュールの第3の実施形態を示す説明図である。

【図4】本発明に係る半導体レーザモジュールの第4の実施形態を示す説明図である。

【図5】本発明に係る半導体レーザモジュールの第5の実施形態を示す説明図である。

【図6】本発明に係る半導体レーザモジュールの第6の実施形態を示す説明図である。

【図7】本発明に係る半導体レーザモジュールの第7の実施形態を示す説明図である。

【図8】従来の半導体レーザモジュールを示す説明図で

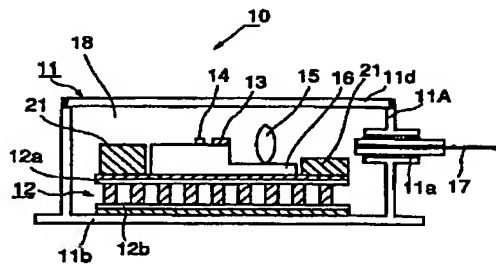
13

ある。

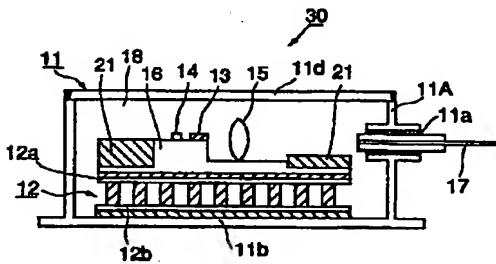
【符号の説明】

- 10 半導体レーザモジュール
- 11 パッケージ
- 12 ペルチェモジュール
- 13 半導体レーザ素子
- 14 サーマスタ
- 15 レンズ
- 16 固定基板
- 17 光ファイバ

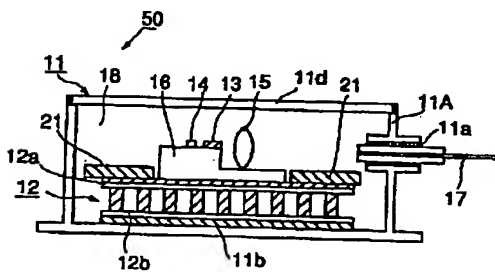
【図1】



【図3】



【図5】



14

* 18 封止ガス

21 断熱材

22a 断熱材

22b 断熱材

20 半導体レーザモジュール

30 半導体レーザモジュール

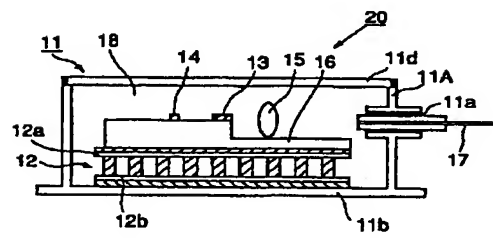
40 半導体レーザモジュール

50 半導体レーザモジュール

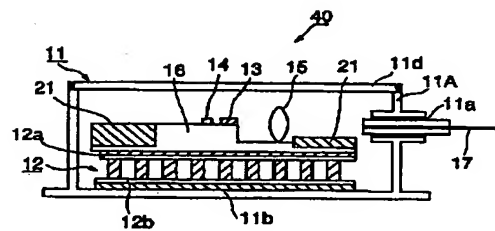
60 半導体レーザモジュール

* 10 70 半導体レーザモジュール

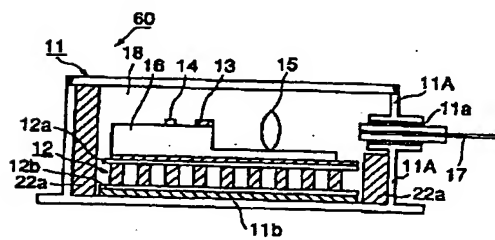
【図2】



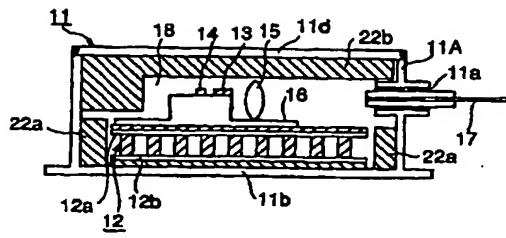
【図4】



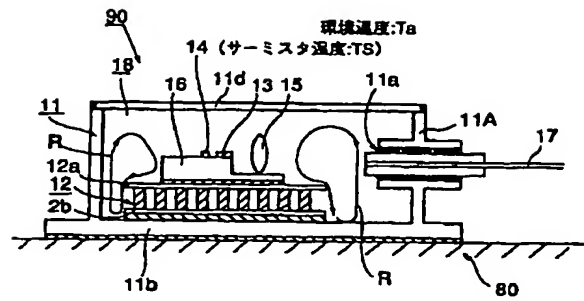
【図6】



【図7】



【図8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)